

エージェンシーを発揮し、これからの社会を担う人材育成
—プロジェクト学習「ヒト型ロボットの可能性を探る」の実践を通して—
Developing individuals who will demonstrate their agency and lead society in the future
-Through the learning of Project Learning "Exploring the Potential of Humanoid Robots"-

○真木大輔^{*1}, 白石匠^{*1}, 向平和^{*2}, 日野克博^{*2}, 大西義浩^{*2}, 玉井輝之^{*2}
MAKI Daisuke^{*1}, SHIRAIISHI Takumi^{*1}, MUKO Heiwa^{*2}, HINO Katsuhiko^{*2}, ONISHI Yoshihiro^{*2}, TAMAI Teruyuki^{*2}

^{*1} 愛媛大学教育学部附属中学校, ^{*2} 愛媛大学教育学部

^{*1}The Junior high school of Ehime University Faculty of Education, ^{*2}Ehime University Faculty of Education

【要約】VUCA (Volatility 〈変動性〉・Uncertainty 〈不確実性〉・Complexity 〈複雑性〉, Ambiguity 〈曖昧性〉の頭文字をとった造語) な世界で満足のいく人生を過ごしていくためには, 生徒が自分自身と他者そして地球全体を考えたウェルビーイングの実現に向けて, 行動を意思決定する学びが必要である. このような学習者を育成するには, 各教科での学習を実社会での問題発見・解決に生かしていくための探究的・教科横断的な学習が必要であると考え, 本研究では「ヒト型ロボットの可能性を探る」をテーマに実践を行った.この実践を通してエージェンシーを発揮して, 変革を起こす力を持った生徒の育成のために, 探究の型を用いた授業設計と, 日常生活・社会との関連を重視した探究的な学習に取り組むことの有用性について, 成果と課題を検討した.

【キーワード】エージェンシー, ウェルビーイング, 教科横断的な学習, STEAM 教育, PBL, 探究学習

I. はじめに

白井(2020)は, VUCA な世界でよりよい未来を創造できるようにするには, 生徒が自分自身と他者そして地球全体を考えたウェルビーイングの実現に向けて, 行動を意思決定する学び (エージェンシーを育むこと) が必要であると主張している. エージェンシーとは, 変革を起こすために, 自分で目標を設定し, 振り返り, 責任をもって行動する能力である.

理科は, 自然の事物・現象を学習の対象とする教科である. 学習指導要領の理科の目標には, 「自然の事物・現象に進んでかかわり, 目的意識をもって観察, 実験などを行い, 科学的に探究する能力の基礎と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め, 科学的な見方や考え方を養う」とある. 学習指導要領の改定の趣旨にも, 「生徒が目的意識をもって学習を進め, 学習の結果, 何が獲得され, 何が分かるようになったかをはっきりさせ, 一連の学習を自分のものとして行うことができるようにすることが重要である」とあるように, 理科学習においては「目的意識をもって」ということが重要視されている.

これらのことから, 「探究する能力や態度を身に付けること」「生徒の当事者意識の醸成 (自分の学びを, 自分ごと, 自分たちごととして考えること)」は, 研究主題を達成するために必要不可欠であると考え, 探究

の型を用いた授業設計と, 日常生活・社会との関連を重視した探究的な学習に取り組むことの有用性について, 成果と課題を検討した.

II. 研究の方法

1. 対象と期間

中学3年生 (男子 63 名, 女子 61 名) を対象に 2022 年 7 月 7 日～2023 年 2 月 17 日に計 7 回の授業実践を行い, 後日, Google フォームでアンケートを行った.

2. 研究方法

2. 1. 日常生活や社会とのつながりが実感できるプロジェクト学習

教科の枠を越えて, 学ぶことと自分の人生や日常・社会とのつながりを実感できる単元をデザインした. 昨年度, 実施したプロジェクト学習 (テクノロジー×防災プロジェクト) では, 教師主導の学習内容であり, 生徒の当事者意識の醸成にまでは至っていないことが課題であった. そこで, 本研究では, お互いに教えたり学んだりするプロセスを教師と生徒と一緒に作っていくことを重要視した.

2. 2. 探究の型を用いた授業設計

探究の型をフレームワークとして用いた協働プレゼンシート, 個人実験レポートを作成させることで, AAR サイクル(見通し・行動・振り返り)を生かした授

業を設計した。図1は、使用した探究の型（フレーム）である。

- 【探究の型（フレーム）】**
- ①課題：この時間に生徒が解決したい問い。
(例 ○○○○は△△△△だろうか?)
 - ②仮説：課題の答えの予想とその理由
(日常生活やこれまでの学習から予想する.)
 - ③事物・現象：実験から導き出された結果
(箇条書きで書く。図や表を用いると Good)
 - ④分析・解釈：結果から課題を解決するために考察・推論されたもの(事物・現象と相対して書く.)
 - ⑤結論：実験・観察を通して導き出された答え
(課題に対する答えが入る.)
 - ⑥振り返り・次時への見通し
(次への見通し, 反省, 課題, 改善点などを書く.)

図1 探究の型（フレーム）

2. 3. 一人一台端末を活用した評価とフィードバックの工夫

昨年度実施したロイロノート・スクール（以下、ロイロノート）を活用したデジタル OPP（One Page Portfolio）シート（図2）を用いた評価方法では、生徒が自己評価を記入したり、教師が評価を集めたりすることに多大な時間と労力が掛かることが課題であった。そこで、本研究では、取り組みの方向性は継続し、「学習のための評価」（形成的評価）「学習としての評価」をより、効果的かつ効率よく行えるか、どうすれば信頼性・妥当性のある評価になるか、一人一台端末

での評価とフィードバックの工夫について改善を行った。図3が本年度実施した Google スプレッドシートを用いたデジタルポートフォリオである。



図2 昨年度まで使用していたデジタルポートフォリオ

III. 結果

1. プロジェクト計画（全7時間）

ヒト型ロボットの可能性を探る（第3学年）

時間	教科	学習活動
1	理科	第1回「ヒト型の機能性を考える」 (理科:生物領域)
2~3	理科・技術 保健体育	第2回「ヒトの動きを科学する」 (理科:物理領域)
4	理科 技術	第3回「宇宙でのロボット活用」 (理科:地学領域)
5~7	理科 総合	第4回「よりよい未来を創造する ロボット活用」

Googleスプレッドシートを用いたデジタルポートフォリオ

No 5	具体的な視点	定量的な視点	他者との距離	4	<p>目的を達成するために、課題を達成するために必要な能力を身に付けることである。また、チームの役割を分担して、課題を達成するために必要な能力を身に付けることである。</p> <p>具体的な視点、定量的な視点、他者との距離、課題達成能力、考察力、知識、技能</p> <p>目的を達成するために、課題を達成するために必要な能力を身に付けることである。また、チームの役割を分担して、課題を達成するために必要な能力を身に付けることである。</p> <p>具体的な視点、定量的な視点、他者との距離、課題達成能力、考察力、知識、技能</p>	<p>実験観察プレゼンシート</p>
	質的な視点	比較	思考	4		
	実証的な視点	関係づけ	考察	4		
	共通性な視点	条件制御	知識	4		
	多様性な視点	多面的考察	技能	4		
No 6	質的な視点	定量的な視点	主体	3	<p>目的を達成するために、課題を達成するために必要な能力を身に付けることである。また、チームの役割を分担して、課題を達成するために必要な能力を身に付けることである。</p> <p>具体的な視点、定量的な視点、他者との距離、課題達成能力、考察力、知識、技能</p> <p>目的を達成するために、課題を達成するために必要な能力を身に付けることである。また、チームの役割を分担して、課題を達成するために必要な能力を身に付けることである。</p> <p>具体的な視点、定量的な視点、他者との距離、課題達成能力、考察力、知識、技能</p>	<p>実験観察プレゼンシート</p>
	実証的な視点	比較	他者との距離	4		
	質的な視点	関係づけ	考察	4		
	共通性な視点	条件制御	知識	3		
	多様性な視点	多面的考察	技能	3		

図3 本年度使用したデジタルポートフォリオ

2. 授業の実際

2. 1. 第1回「ヒト型の機能性を考える」

ア パフォーマンス課題

ヒトは、なぜこのような機能・形状に進化してきたのだろうか？他の生物との比較や、ダーウィンの自然選択説を参考に、どのような環境に適応したのか、科学的根拠を基に説明してください。

イ 展開 (1時間構成)

①情報収集 (グループで視点を変えて収集)

(視点) 頭の機能と形状・手の機能と形状・脚の機能と形状・ヒトとサルの違い

②報告

③ヒトの進化の未来を考える。

④個人レポート作成

ウ 生徒成果物

視点1 ヒトの頭の形状・機能について 担当 ()	
事物・現象 (調べた事実) ヒトの頭の形状・機能の特徴	分析・解釈 (自分の考え) どのような環境に適応したのか
<p>ヒトの頭は他の生物と比べてはるかに大きい。(他の生物と比べて約3倍と言われているほど) →脳は3~4万年前から大きくなりはじめた。</p> <p>また、チンパンジーと遺伝子の情報は1.2%しか変わらないが、脳のつくりは全く別の進化をしている。</p> <p>ヒトとサル、ゴリラは似ているが、大人になった時の頭の形が大きく違っている。ヒトは子供の時の形と同じ形をしているが、サルとゴリラは鼻や口が前に出るような形をしている。</p>	<p>ヒトはサル、ゴリラと住む場所が違っていったから頭の形が変わっていったのだと考えた。</p> <p>ヒトはヒト同士で協力し合い、共に過ごしていく上で、住居を作ったり、共に食料を分け合ったりしていたと思う。だから、手足が発達する。そのため、口だけで食べる必要がなくなり手を使って食べるようになった。</p> <p>→サルのように鼻や口が前に出ない。</p> <p>また、眼(眼)をサルやゴリラより変えなければならなかったから、眼(眼)が大きくなっていったのだと思う。上で述べたようにヒトはヒト同士で共存して、作った住まいに一緒に住んだり、食料を分け合ったりしていた。そのため、両き声のみでは伝えたいことが伝わらず、ジェスチャーや言語が必要となった。だから、頭(脳)を発達させる必要があったのだと考えた。</p>

図4 頭の機能と形状について情報収集 (生徒作品)

ヒトの進化の未来について考える。
ヒトは、今後どのように進化をしていこうか？進化の未来にロボットとの融合はあるのだろうか？クラゲチャートでまとめてみよう。



図5 ヒトの進化の未来を考える (生徒作品)

2. 2. 第3回「ヒトの動きを科学する」

ア パフォーマンス課題

前回のプロジェクト学習で生物領域パフォーマンス課題「ヒト型の機能性を考える」として、進化の過程から機能性について学習しました。今回は第2回「ヒ

トの動きを科学する」です。ヒトの動きの巧み性について、科学的に考えていきましょう。

ヒトの動き (走る・投げる・跳ぶ) を科学的根拠に基づいて説明してください。

イ 展開 (2時間構成)

①問題解決の見通しを立て、生徒主体による探究活動を行う。



図6 問題解決の見通しの視点

②体育・理科・ロボット工学のゲストティーチャーのアドバイスを受け、よりよい問題解決になるよう修正する。

③探究結果の全体報告を行い、ゲストティーチャーから講評を受ける。

ウ 生徒成果物

図7 ヒトの動きを科学する (生徒作品)

2. 3. 第3回「宇宙でのロボット活用」

ア パフォーマンス課題

あなたは、ロボット開発エンジニアチームの一員です。今回は、JAXOからの依頼で、宇宙で活躍できるヒト型ロボットのプロトタイプを設計することになりました。JAXOは、人類宇宙進出プロジェクトの一環で、太陽系の天体でのヒト型ロボットの宇宙実験を計画しています。下記の太陽系天体をチームで分担して、それぞれの天体に応じたロボットを設計してください。

木星 土星 天王星 海王星 金星 火星 水星
ガニメデ タイタン カリスト イオ 月
冥王星 エウロパ トリトン ハレー彗星

イ 展開 (1時間構成)

- ①情報収集として、仕様書1 (図8) を作成する。
- ②ロボット設計として、ゲストティーチャーのアドバイスを受け仕様書2 (図9) を完成させる。

ウ 生徒成果物

環境	課題	ロボットの解決イメージ
1. 直径 (地球=1) 0.403... 2. 質量 (地球=1) 0.022... 3. 密度 (g/cm ³) 1.87998 4. 赤道からの距離 (太陽地時間=1) 9.5 5. 自転の周期 (年) 15.945421 6. 大気の有無 窒素メタン酸素 7. 赤道の平均温度 (°C) -199.5 8. その他の主な特徴 ・土星の衛星 ・地球以外で唯一液体がある	上記の環境でヒト型ロボットが活躍するには、どのような課題があるだろうか。チームで考えて整理してこよう。 <ul style="list-style-type: none"> ・気温が低い ・エネルギー源の確保 ・重力が地球の約0.1倍 ・気圧が地球の1.5倍 ・強い風 ・放射線 	どんな形のどんな機能のロボットなら解決するだろうか? イメージを描いてみよう。 寒さに耐える (-199.5)

図8 仕様書1 (タイタン担当 生徒作品)

解決したい課題	使えそうな知恵
地球のエネルギー問題 ・液体メタンを持って帰る →液体メタンから水素とアセチレンを取り出せば火力発電ができる。地球の化石燃料に変わる新たなエネルギー源へ! ・強い風を利用して風力発電をする	風力発電、掃除機 イメージ図 (イラスト・構想説明) ・翼でコントロールして強風に対抗する。 ・液体たためる。 ・ロボット電気をたためる。
掃除機のようなもので液体を吸って持って帰る 強い風によってプロペラが回ることで発電し電気をためて使う	

図9 仕様書2 (タイタン担当 生徒作品)

2. 4. 第4回「よりよい未来を創造するロボット活用」

ア パフォーマンス課題

これまでヒト型ロボットの可能性について様々な場面で考えてきましたが、いよいよ最終回です。今回の課題は「よりよい未来を創造するロボット活用」で

す。よりよい未来とは、どのようなものか。そこにロボットがどう関わるのか。自分たちの手で素敵な未来を創造してください。

イ 展開 (3時間構成)

- ①情報収集として、企画書を作成する。
- ②企画書を基にプレゼン資料を作成する。
- ③コンペ方式でオンライン発表会を行う。

ウ 生徒成果物



図10 発表の様子



図11 オンライン発表会資料

IV. アンケート結果及び考察

1. 日常生活や社会とのつながりが実感できるプロジェクト学習について

今回のプロジェクト学習について、「エージェンシーを発揮する力の育成において、有効的な学習活動について、5段階評定 (1.「有効でなかった、2.「あまり有効でなかった」、3.「どちらともいえない」、4.「まあまあ有効であった」、5.「とても有効であった」) で尋ねた (表1)。

回答結果 (図12) より、「まあまあ有効だった」を含めた肯定的な回答の割合が高かったものは、上位か

表1 質問項目

・氏名を記入してください。
研究主題「エージェンシーを発揮して、変革を起こす生徒の育成」に関するアンケート
本校では、エージェンシーを「自分たちが実現したい未来（ウェルビーイング）の実現に向けて現状をよりよくする力」と捉えています。ヒト型ロボットプロジェクトを通して、「エージェンシーを発揮する力」が育成されたかどうかについて、あなたの考えに最も近いものを選択してください。
1. エージェンシーを発揮する力の育成において「教員による講義型学習」は、あなたにとってどの程度有効でしたか
1) 有効でなかった
2) あまり有効でなかった
3) どちらとも言えない
4) まあまあ有効だった
5) とても有効だった
質問 12 までの選択肢は質問 1 . 1)～5) と同じものである。
2. エージェンシーを発揮する力の育成において「学び合いによる学習者中心の学習」は、あなたにとってどの程度有効でしたか
3. エージェンシーを発揮する力の育成において「映像教材（動画）を中心とした学習」は、あなたにとってどの程度有効でしたか
4. エージェンシーを発揮する力の育成において「実験・観察を中心とした学習」は、あなたにとってどの程度有効でしたか
5. エージェンシーを発揮する力の育成において「インターネットで調べる学習」は、あなたにとってどの程度有効でしたか
6. エージェンシーを発揮する力の育成において「専門家とつながる学習」は、あなたにとってどの程度有効でしたか
7. エージェンシーを発揮する力の育成において探究の型を用いた「レポート、プレゼンシートを作成する学習」は、あなたにとってどの程度有効でしたか
8. エージェンシーを発揮する力の育成において「他者との交流で自分の考えを表現する学習」は、あなたにとってどの程度有効でしたか
9. エージェンシーを発揮する力の育成において「パフォーマンス課題やSDGs など社会や日常の問題に取り組む学習」は、あなたにとってどの程度有効でしたか
10. エージェンシーを発揮する力の育成において「問題演習（練習問題などを解く）」は、あなたにとってどの程度有効でしたか
11. エージェンシーを発揮する力の育成において「塾（家庭教師なども含む）での講義」は、あなたにとってどの程度有効でしたか
12. エージェンシーを発揮する力の育成において「デジタルポートフォリオでの学びの振り返り（学びログの作成）」は、あなたにとってどの程度有効でしたか
13. あなたのヒト型ロボットプロジェクトの活動の参画（参加）は、次の1～8のどれに当てはまりますか？
1) 操り参画
2) お飾り参画
3) 形式的参画
4) 与えられた役割の内容を認識した上での参画
5) 大人主導で子どもも意見提供ある参画
6) 大人主導で意思決定に子どもも参画
7) 子ども主導の活動
8) 子ども主導の活動に大人も巻き込む
14. 探究の型を用いた「レポート、プレゼンシートを作成する学習」で、どのような力が身につきましたか（自由記述）
15. 本年度使用した「デジタルポートフォリオでの学びの振り返り（学びログの作成）」について、昨年度と比べての感想を教えてください。（自由記述）

質問項目 1～12 エージェンシーを発揮する力の育成において「XXXXX」は、あなたにとってどの程度有効でしたか、N=99

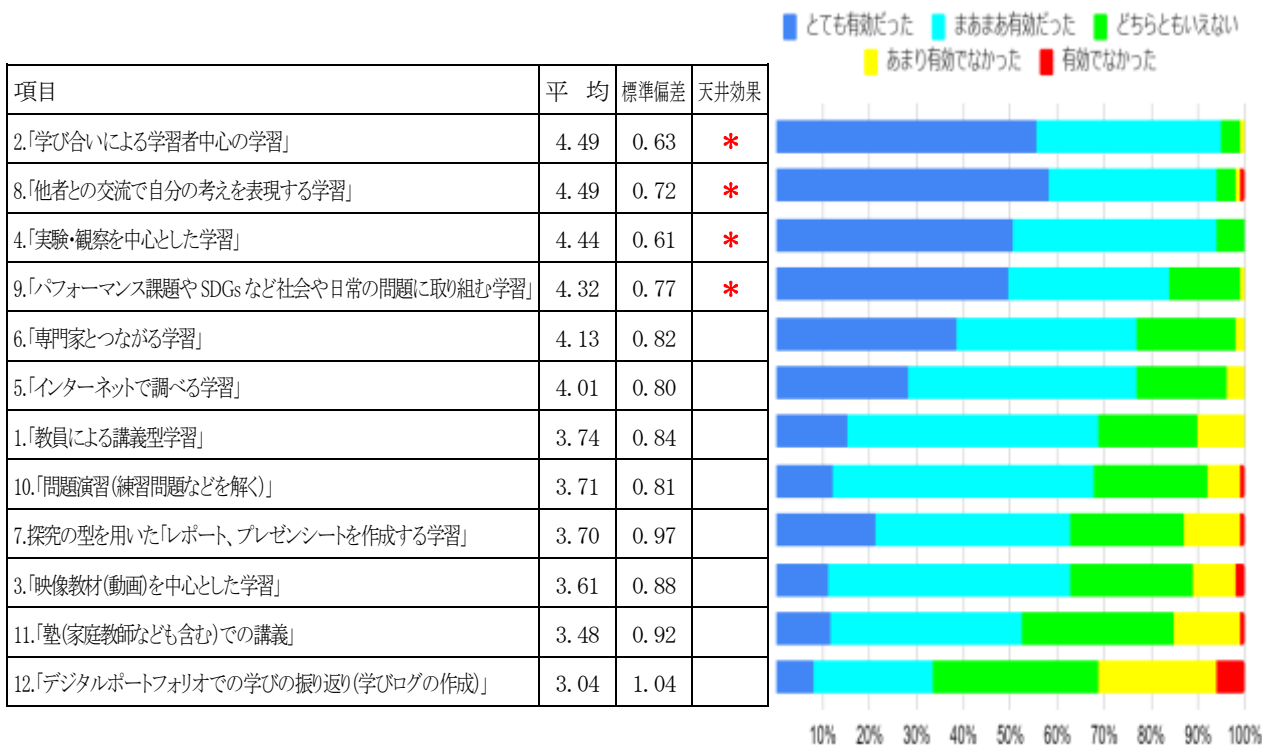


図 12 エージェンシーに関する Web 調査の回答結果

質問項目 13 あなたのヒト型ロボットプロジェクト学習の活動の参画(参加)は、次の1～8のどれに当てはまりますか、N=99



図 13 プロジェクト学習の活動参画に関する Web 調査の回答結果

質問項目 14. 探究の型を用いた「レポート、プレゼンシートを作成する学習」で、どのような力が身につきましたか。(自由記述) N=85

- ・図を用いたりわかりやすくしたりなど工夫する力
- ・根拠があり説得力があるような説明ができるようになった。
- ・また、問題発見、自分の予想、結果、分析…という流れを通したレポート作成によってその流れがごく普通になり、どの教科でも似たような感じで考えられるようになった。
- ・また、どうすれば相手に納得してもらえるか考えたり説得力のあるプレゼンをつくることができました。
- ・レポートなどを作ることによって自分が考えていたことを端的にまとめることができた。
- ・クラスの人が理解しやすいように、画像を取り入れるなど、工夫しました。
- ・分析解釈する力、まとめる力
- ・時間配分など時間の使い方が上手くなりました。
- ・実験結果の信憑性を考える力、実際の事象から考察を行う力
- ・レポートでまとめることで頭に入りやすくなりました。

(生徒記述を原文のまま記載)

図 14 質問項目 14 回答抜粋：テキストマイニング(ユーザーローカル)を用いた10行ダイジェスト要約

質問項目 15. 本年度使用した「デジタルポートフォリオでの学びの振り返り(学びログの作成)」について、昨年度と比べての感想を教えてください。(自由記述) N=75

- ・スプレッドシートを使えるようになって時間短縮になったので良かったです。
- ・まとめやすくなった。、過去の振り返りがしやすくなった。
- ・ロイロノートよりも重くないので、やりやすかった。
- ・デジタルポートフォリオが振り返りやすくなっていたと思う。
- ・データが軽くなったのでスピーディーになり、やりやすくなった。
- ・自分がどんな状況なのかが分かりやすくなっていたと思います。
- ・でもデジタルポートフォリオだと、まとめやすく、提出しやすかった。
- ・一目で分かりやすくまとめられているから見返しやすかった。
- ・iPad で打ち込むのも良いですがやはりアナログが良いです。
- ・ロイロノートで重すぎて動かなくなる問題などは解消され行いやすくなった。

(生徒記述を原文のまま記載)

図 15 質問項目 15 回答抜粋：テキストマイニング（ユーザーローカル）を用いた 10 行ダイジェスト要約

らに「学び合いによる学習者中心の学習」「他者との交流で自分の考えを表現する学習」「実験・観察を中心とした学習」「パフォーマンス課題やSDGsなど社会や日常の問題に取り組む学習」であった。これらの項目は天井効果が見られた項目である。このことから、エージェンシーを発揮する力の育成には、学習者自身が学びの自己選択・自己決定・自己調整する活動が有効であると考ええる。

また、質問項目 14 の結果 (図 14) より、回答 8)、7) を合わせた子ども主導の活動が 66%であった。このことは、昨年度の課題であった教師主導の内容が改善され、生徒の当事者意識の醸成につながったものと考ええる。

2. 探究の型を用いた授業設計について

質問 7 の結果 (図 12) より、「とても有効だった」「まあまあ有効だった」を含めた全体的に肯定的な回答の割合が 63%であることから、探究の型をフレームワークとして用いることはエージェンシーを発揮する力の育成にある程度の有効性があることがわかる。また、質問 14 の結果 (図 14) より、「問題発見、自分の予想、結果、分析…という流れを通したレポート作成によってその流れがごく普通になり、どの教科でも似たような感じで考えられるようになった」「実験結果の信憑性を考える力、実際の事象から考察を行う力が身についた」などの記述にあるように、探究する能力や態度を身に付けることにつながったと考える。

3. 一人一台端末を活用した評価とフィードバックの工夫

質問 15 の結果 (図 15) で「時間短縮になった」「回答がスムーズになった」「一目でわかるようになった」と記述にあるように、作業のストレス感の解消には一定の効果が見られたことがわかる。

しかし、課題として、質問 7 の結果 (図 12) より、「とても有効だった」「まあまあ有効だった」を含めた全体的に肯定的な回答の割合が 33%であり、他の質問項目と比較して低くなっていることがあげられる。この理由として、生徒は、振り返りの活動が学習者自身のための活動ではなく、教師のための形成的評価(課題提出への義務感)と捉えているのではないだろうか。今後は、デジタルポートフォリオでの学びの振り返りが、学習者自身の学びの有用性として感じられる活動になるよう改善・検討する必要がある。

V. おわりに

これまでも真木ら (2021, 2022) や中村ら (2021) が報告しているように、他の教科・科目の内容や異校種間連携を促す実践を行ってきている。

本研究では、エージェンシーを発揮する力の育成において「学び合いによる学習者中心の学習」「他者との交流で自分の考えを表現する学習」「実験・観察を中心とした学習」「パフォーマンス課題やSDGsなど社会や日常の問題に取り組む学習」などの学習者自身が学びの自己選択・自己決定・自己調整する活動が有効であることがわかった。

また、探究的・教科横断的な学習に取り組むことは、自分のこれまでの経験や他教科の技能など、自分や他

者の強みを生かして、問題追究の際の根拠として活用したり、考えを比較・関連させて新たなアイデアを創造したりすることするなど、「探究する能力や態度を身に付けること」「生徒の当事者意識の醸成(自分の学びを、自分ごと、自分たちごととして考えること)」に効果的であることがわかった。

本年度使用した Google スプレッドシートを用いた評価方法では、生徒の有用感が高まらなかった。今後は、「教師のための評価」から「生徒のための評価」になるよう、一人一台端末を活用した評価とフィードバックの工夫について更なる研究を進めていきたい。

謝辞

本研究の教材の準備等において、愛媛大学大学院教育学研究科院生の須田龍弥氏、愛媛大学教育学部学生の竹内昇輝氏にご協力いただいた。ここに記して感謝申し上げます。

文献

- 白井俊 (2020) 『OECD Education2030 プロジェクトが描く教育の未来 エージェンシー、資質・能力とカリキュラム』 ミネルヴァ書房, 79-98.
- 中村依子・真木大輔・向平和 (2021) : 「異校種間連携を促す ICT を導入した探究活動の実践的研究-中学校第3学年理科「生物の成長と生殖」の授業において-」, 『生物教育』, 63, 1, 30-38.
- 真木大輔 (2021) 「1人1台の端末がある理科授業でできること-「鍛える授業」から「自ら学ぶ授業」へ-」, 『理科の教育』, 70, 829, 36-39.
- 真木大輔・薬師神吉啓・向平和・大西義浩・玉井輝之 (2022) 「科学的根拠に基づき探究する自律型学習者の育成-教科横断的な学習の実践を通して-」, 『愛媛大学教育学部附属科学教育研究センター紀要』, 1, 6-10.
- 文部科学省『中学校学習指導要領(平成29年度告示) 解説理科編』, 学校図書. 2018.